

PERANCANGAN POROS TRANSMISI DENGAN DAYA 100 HP

Fredy Mananoma, Agung Sutrisno, Stenly Tangkuman
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus Unsrat, Bahu, Manado

ABSTRAK

Tujuan penulisan ini adalah merancang sebuah poros transmisi dengan daya 100 hp. Pada poros terdapat dua roda gigi yang memberikan beban tangensial dan radial, terdapat juga dua bantalan sebagai tumpuan bagi poros.

Dari hasil perancangan didapatkan nilai diameter pada setiap titik kritis, yaitu $D_1=1,80$ in, $D_2=3,40$ in, $D_3=3,74$ in, $D_4=5,00$ in, $D_5=4,40$ in, dan $D_6=3,15$ in. Selanjutnya hasil perancangan dibuat dalam bentuk gambar teknik dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Autocad.

Kata kunci : Diameter Poros, Gaya, Perancangan, Poros Transmisi,

ABSTRACT

The aim of this work is to design a shaft for transmitting power of 100 hp. There are two gears on the shaft, and two bearings as supports at the shaft.

Based on design result, diameter of critical points on the shaft have been acquired as follows; $D_1=1,80$ in, $D_2=3,40$ in, $D_3=3,74$ in, $D_4=5,00$ in, $D_5=4,40$ in, and $D_6=3,15$ in. Finally, a technical drawing of the designed shaft can be made using Autocad software.

Keywords : Diameter, Force, Design, Transmission Shaft,

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi, perkembangan teknologi yang serba modern saat ini, kebutuhan manusia akan sesuatu produk semakin meningkat pula. Karena adanya peningkatan permintaan masyarakat tersebut menuntut dunia industri yang bergerak diberbagai bidang

pengolahan barang jadi, berlomba-lomba untuk meningkatkan hasil produksinya dengan memperhatikan kualitas yang sesuai dengan permintaan masyarakat. Salah satu cara untuk mengimbangi kemajuan teknologi yaitu dengan cara mengubah pola pikir yang cenderung konsumtif menjadi pola pikir yang kreatif dan inovatif dengan cara

menciptakan suatu mesin yang dapat bermanfaat terutama dalam bidang industri.

Mesin-mesin ini diciptakan dengan tujuan untuk mengefisienkan waktu dan tenaga contohnya, poros yang merupakan komponen penting dalam sistem transmisi.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahannya adalah bagaimana cara merancang sebuah poros transmisi dengan daya transmisi sebesar 100 hp.

I.3 Batasan Masalah

Terdapat lima batasan masalah. Batasan masalah yang pertama adalah poros tersebut adalah bagian dari transmisi sistem blower yang menyuplai udara ke tungku pembakaran dengan panjang poros 38 inci (panjang titik A ke D adalah 35 inci), yang kedua bahan poros adalah baja AISI 1040 OQT 400, Batasan ketiga yaitu daya yang ditransmisikan adalah 100 hp, yang keempat poros berputar pada putaran 600 rpm, dan yang kelima blower tidak diharapkan mengalami kejutan atau tumbukan.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan penulisan adalah merancang sebuah poros transmisi dengan daya 100 hp.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti *gear* (roda gigi), *pulley* (puli), *flywheel* (roda gila), engkol, sproket, dan elemen pemindah tenaga lainnya. Atau dengan kata lain, poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan seperti itu dapat dilakukan oleh poros. (Mott. R. L, 2009)

2.2 Macam-macam Poros

Menurut pembebanannya poros diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu poros transmisi, poros spindle, dan poros gandar.

2.2.1 Poros Transmisi

Poros transmisi merupakan poros yang mengalami pembebanan

puntir (torsi), pembebanan lentur murni maupun kombinasi dari pembebanan torsi dengan lentur.

2.2.2 Poros Spindel

Spindle adalah poros transmisi yang memiliki dimensi lebih pendek dengan pembebanan puntir saja, contohnya pada mesin perkakas.

2.2.3 Poros Gandar

Gandar merupakan poros yang tidak berputar dengan kata lain yang berputar adalah rodanya yang biasa kita jumpai pada roda kereta api.

2.3 **Pembebanan Poros**

Pada prinsipnya, pembebanan pada poros ada 2 macam, yaitu puntiran karena beban torsi dan bending karena beban transversal pada roda gigi, puli atau sproket. Beban yang terjadi juga bisa merupakan kombinasi dari keduanya. Karakter pembebanan yang terjadi bisa konstan, bervariasi terhadap waktu, maupun kombinasi dari keduanya.

Perbedaan antara poros dan as (*axle*) adalah poros meneruskan momen torsi (berputar), sedangkan as tidak. Pada pembebanan konstan terhadap waktu, tegangan yang terjadi pada as dengan roda gigi atau

puli yang berputar pada bantalan terhadap as tersebut adalah tegangan statik.

Penelitian terhadap kegagalan fatigue untuk baja ulet dan besi cor getas pada pembebanan kombinasi antara bending dan torsi pertama kali dilakukan di Inggris pada 1930 oleh Davis, Gough dan Pollard. Kombinasi bending dan torsi pada material ulet yang mengalami fatigue biasanya terjadi pada bagian elips. Material cor getas biasanya gagal ketika terjadi tegangan utama maksimal.

2.4 **Pemasangan dan Konsentrasi Tegangan**

Untuk mengakomodasi pemasangan komponen seperti bantalan, sproket, roda gigi dan lain-lain, poros dibagi menjadi beberapa *step* dengan diameter yang berbeda

Pasak (*key*), *snap ring* dan *cross pin* berfungsi untuk mengamankan posisi elemen mesin yang terpasang untuk bisa mentransmisikan torsi dan untuk mengunci elemen mesin tersebut pada arah aksial. Pemasangan komponen pada poros dan adanya

step akan mengakibatkan terjadinya konsentrasi tegangan.

Keuntungan penggunaan pasak adalah mudah untuk dipasang dan ukurannya telah distandarkan berdasarkan diameter poros. Pasak juga terpasang pada lokasinya secara akurat (*phasing*), mudah dilepas dan diperbaiki. Kekurangan penggunaan pasak adalah tidak bisa menahan pergerakan aksial dan memungkinkan terjadinya *backlash*, karena adanya *clearance* antara pasak dengan poros.

2.5 Material Poros

Baja sering digunakan karena modulus elastisitasnya tinggi, sehingga ketahanannya terhadap defleksi tinggi. Besi cor nodular digunakan ketika gear atau komponen lain terintegrasi pada poros. Perunggu dan stainless steel digunakan di laut atau pada kondisi korosif lainnya. *Through* atau *case hardened steel* sering digunakan pada poros yang digunakan juga sebagai jurnal pada *sleeve bearing*.

2.6 Daya Poros

Daya instan yang ditransmisikan poros adalah hasil

perkalian torsi T dengan kecepatan sudut ω (ω dalam radian per satuan waktu).

2.7 Perancangan poros

Tegangan dan defleksi adalah parameter yang harus diperhatikan pada perancangan poros. Defleksi sering menjadi parameter kritis, karena defleksi yang besar akan mempercepat keausan bantalan dan mengakibatkan terjadinya misalignment pada roda gigi, sabuk dan rantai.

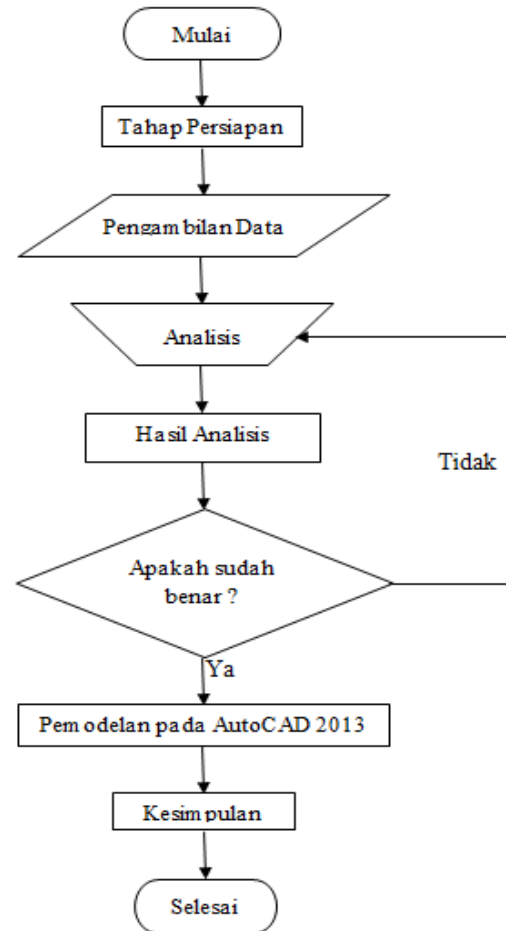
Metode ASME standar ANSI/ASME untuk perancangan poros transmisi dipublikasikan sebagai B106. 1M-1985. Pendekatan ASME mengasumsikan pembebanan adalah *fully reversed bending* (komponen bending rata-rata adalah nol) dan *steady torque* (komponen torsi alternating adalah nol) pada kondisi yang mengakibatkan tegangan di bawah kekuatan yield torsional material. Banyak poros yang masuk dalam kategori ini. Digunakan kurva elips seperti pada gambar 2.6 dengan memasukan ketahanan bending (*bending endurance strength*) pada sumbu σ_a dan kekuatan yield tarik pada sumbu

σ_m sebagai batas kegagalan. Kekuatan yield tarik didapat dari kriteria Von Misses.

Jika beban torsi tidak konstan, komponen alternating akan mengakibatkan tingkat tegangan multiaksial kompleks. Pendekatan dilakukan dengan kriteria Von Misses. Untuk tujuan perancangan, yaitu mencari diameter poros yang dibutuhkan, dengan asumsi komponen alternating dan rata-rata dijaga pada rasio yang konstan, gaya aksial pada poros sama dengan nol

III. METODELOGI PENELITIAN

Prosedur penelitian dilakukan seperti pada Gambar 1. Pada gambar tersebut terlihat bahwa prosedur dilakukan dalam lima tahapan. Kelima tahapan tersebut adalah studi literatur, pengumpulan data penunjang, pengolahan data, hasil dan pembahasan, serta pemodelan (pembuatan gambar teknik). Setelah itu dilakukan pembuatan laporan.



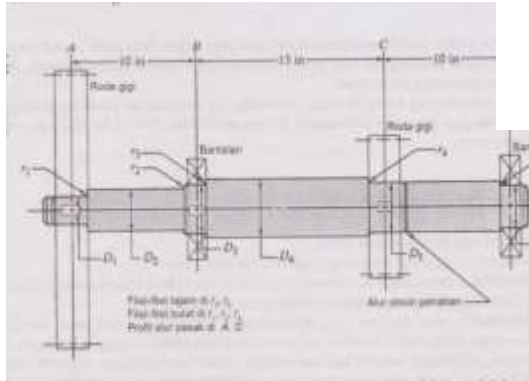
Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Poros yang dirancang seperti terlihat pada sketsa berikut ini (gambar 2).

Bahan poros adalah baja AISI 1040 OQT 400. Poros tersebut adalah bagian dari sistem transmisi blower yang menyuplai udara ke tungku pembakaran. Roda gigi A menerima daya 100 hp dari roda gigi P. Roda gigi C menyalurkan daya ke

roda gigi Q . Poros berputar pada putaran 600 rpm.



Gambar 2. Sketsa poros yang dirancang

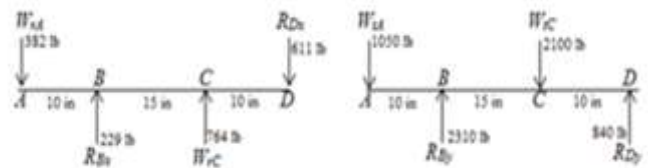
Bagian poros yang menerima torsi ini hanya dari A sampai C. Dari roda gigi C ke kanan sampai D, torsi sama dengan nol. Roda gigi A digerakkan oleh roda gigi P, dan roda gigi C menggerakkan roda gigi Q. Hal ini sangat penting diketahui untuk menentukan arah gaya-gaya dengan benar. Nilai gaya-gaya ini diperoleh dari perhitungan berikut.

$$W_{tA} = T_A / (D_A/2) = 10500 / (20/2) = 1050 \text{ lb} \quad \downarrow$$

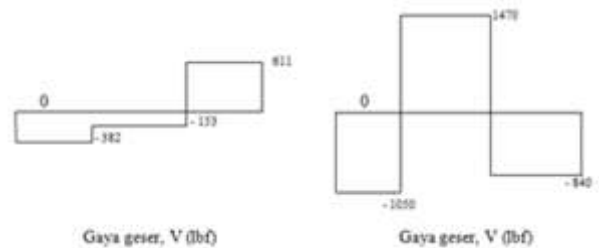
$$W_{rA} = W_{tA} \tan(\phi) = 1050 \tan(20^\circ) = 382 \text{ lb} \quad \rightarrow$$

$$W_{tC} = T_C / (D_C/2) = 10500 / (10/2) = 2100 \text{ lb} \quad \downarrow$$

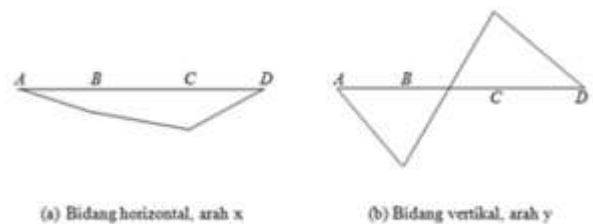
$$W_{rC} = W_{tC} \tan(\phi) = 2100 \tan(20^\circ) = 764 \text{ lb} \quad \leftarrow$$



Gambar 3. Diagram benda bebas poros



Gambar 4. Diagram gaya geser



Gambar 5. Diagram momen lentur

Titik A

Roda gigi A menghasilkan puntiran pada poros dari A menuju ke kanan. Dari A ke kiri, yang ada cincin penahannya, tidak ada gaya, momen, atau torsi. Momen pada titik A nol karena ujung bebas poros. Untuk menghitung diameter yang diperlukan untuk poros pada titik A, dengan hanya menggunakan nilai torsi.

$$D_1 = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{T}{s_y} \right)^2} \right]^{1/3}$$

D_1

$$= \left[\frac{32(2)}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left(\frac{10500}{87000} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$= 1,29 \text{ in}$

Titik B

Titik *B* adalah lokasi bantalan dengan filet tajam di sebelah kanan *B* dan filet bulat halus di sebelah kirinya. Diinginkan membuat D_2 paling tidak agak lebih kecil daripada D_3 di tempat bantalan supaya bantalan dapat digeser dengan mudah sampai ke tempat ia harus ditekan menuju ke posisi akhirnya. Biasanya diberikan suaian sesak ringan di antara lubang bantalan dan dudukan porosnya. Di sebelah kiri *B* (diameter D_2), $T = 10500 \text{ lb.in}$.

Momen lengkung pada titik *B* adalah resultan momen dalam bidang *x* dan dalam bidang *y*:

$$M_B = \sqrt{M_{Bx}^2 + M_{By}^2}$$

$$= \sqrt{(3820)^2 + (10500)^2}$$

$= 11\,173 \text{ lb.in}$

D_2

$$= \left[\left(\frac{32(2)}{\pi} \right) \sqrt{\left(\frac{1,5 (11173)}{26700} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{10500}{87000} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$= 2,35 \text{ in}$

Pada titik *B* dan di sebelah kanannya (diameter D_3), perhitungan masih sama kecuali nilai $K_t = 2,5$ untuk filet tajam.

$$D_3 = \left[\left(\frac{32(2)}{\pi} \right) \sqrt{\left(\frac{2,5 (11173)}{26700} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{10500}{87000} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$$= 2,78 \text{ in}$$

Titik C

Titik *C* adalah lokasi roda gigi *C* dengan filet bulat halus di sebelah kirinya, alur pasak profil pada roda gigi, dan alur untuk cincin penahan di sebelah kanannya. Penggunaan filet bulat halus di sini sebenarnya merupakan keputusan perancangan yang mensyaratkan bahwa perancangan lubang roda gigi harus mengakomodasi sebuah filet yang besar. Biasanya ini berarti bahwa sebuah kamfer harus dibuat di tepi-tepi lubang roda gigi. Momen lengkung pada titik *C* adalah:

$$M_c = \sqrt{M_{cx}^2 + M_{cy}^2} = \sqrt{(6110)^2 + (8400)^2}$$

$$= 10387 \text{ lb.in}$$

Di sebelah kiri titik C ada nilai torsi sebesar 10500 lb.in dengan alur pasak profil yang memberikan $K_t = 2,0$. Dengan demikian

$$D_5 = \left[\left(\frac{32(2)}{\pi} \right) \sqrt{ \left(\frac{2,0 (10387)}{26700} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{10500}{87000} \right)^2 } \right]^{1/3} = 2,52 \text{ in}$$

Di sebelah titik C ada torsi, tetapi alur cincinnya menuntut $K_t = 3,0$ untuk perancangan dan terdapat momen lengkung berbalik. Penulis menggunakan persamaan (12-24) dengan nilai $K_t = 3,0$, $M = 10387$ lb.in dan $T = 0$.

$$D_5 = \left[\left(\frac{32(2)}{\pi} \right) \sqrt{ \left(\frac{3,0 (10387)}{26700} \right)^2 } \right]^{1/3} = 2,88 \text{ in}$$

Dengan menggunakan faktor alur cincin 1,06, maka diameternya menjadi 3,01 in.

Nilai ini lebih tinggi dari pada yang dihitung untuk diameter di sebelah kiri titik C , sehingga ini akan menjadi penentu perancangan di titik C .

Titik D

Titik D adalah tempat bantalan D , dan tidak ada torsi atau momen lengkung di sini. Tetapi,

gaya geser vertikalnya sama dengan gaya reaksi pada bantalan tersebut. Dengan menggunakan reaksi resultan bidang x dan y , maka gaya gesernya adalah

$$V_D = \sqrt{(611)^2 + (840)^2} = 1039 \text{ lb}$$

Untuk menghitung diameter poros di titik ini bisa menggunakan

Persamaan berikut:

$$D = \sqrt{2,94 K_t (V) N / s'_n}$$

Sebuah filet tajam dekat titik ini pada poros ditandai dengan r_5 , dengan faktor konsentrasi tegangan 2,5 harus digunakan:

$$D_6 = \sqrt{ \frac{2,94(1039)(2)}{26700} } = 0,478 \text{ in}$$

Nilai ini sangat kecil dibandingkan dengan diameter yang dihitung dengan cara lain, dan biasanya memang begitu. Diameter pada titik D mungkin perlu dibuat lebih besar daripada nilai hitungan karena harus disesuaikan dengan ukuran bantalan yang menahan beban radial 1039 lb.

Selanjutnya menentukan diameter pada titik-titik kritis, hal ini ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Diameter minimum dan diameter yang ditetapkan

Pasangan	Nomor diameter	Diameter minimum	Diameter yang ditetapkan
	Dari Cont. Perancangan 12.1		(ukuran dasar)
Roda gigi	D_1	1,29 in	1,800 in
Tidak ada	D_2	2,35 in	3,400 in
Bantalan	D_3	2,78 in	3,7402 in
Tidak ada	D_4	$> D_3$ atau D_1	5,000 in
Roda gigi	D_5	3,01 in	4,400 in
Bantalan	D_6	0,478 in	3,1496 in

Setelah ukuran dasar dari diameter-diameter poros sudah ditetapkan, barulah penulis melanjutkan pemodelan poros transmisi 100 hp dengan menggunakan AutoCAD 2013.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan, maka diperoleh nilai diameter pada titik-titik kritis, yaitu sebagai berikut:

$$D_1 = 1,80 \text{ in}, \quad D_2 = 3,40 \text{ in}, \\ D_3 = 3,74 \text{ in}, \quad D_4 = 5,00, \quad D_5 = 4,40 \text{ in}, \text{ dan } D_6 = 3,15 \text{ in}.$$

5. 2. Saran

Perancangan ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam

melakukan perancangan poros sistem transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

Mott Robert L., 2004, *Elemen-elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis 1*, Penerbit Andi Yogyakarta.

Deutschman, Aaron D, J. Michels Walter, and E. Wilson Charles, 1975, *Machine Design, Theory and Practice. Mc Millan*.

Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1979. *Perencanaan Elemen Mesin*. Jakarta

Sato G. T., dan N. Sugiarto Hartanto, 2005, *Menggambar Mesin Menurut Standar Iso*. Jakarta.